

Rotational speed detection method for asynchronous machine , involves determining undershoot in current of asynchronous machine to determine rotational speed

Patent Number: DE10056199
Publication date: 2001-07-12
Inventor(s): DORSCH MANFRED (DE); SCHOTTEN HENNO (DE)
Applicant(s): DORSCH MANFRED (DE); SCHOTTEN HENNO (DE)
Requested Patent: DE10056199
Application Number: DE20001056199 20001113
Priority Number(s): DE20001056199 20001113; DE20001000762 20000111
IPC Classification: G01P3/44; H02P7/36; H02P9/00
EC Classification: G01P3/48, H02P7/62, H02P7/622C
Equivalents:

Abstract

The undershoot in the current of the asynchronous machine is determined based on which rotational speed of the asynchronous machine is detected. An Independent claim is also included for asynchronous machine.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

0

00P-19190



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 56 199 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
G 01 P 3/44
H 02 P 7/36
H 02 P 9/00

⑳ Aktenzeichen: 100 56 199.3
㉔ Anmeldetag: 13. 11. 2000
㉕ Offenlegungstag: 12. 7. 2001

DE 100 56 199 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
100 00 762. 7 11. 01. 2000

⑦① Anmelder:
Dorsch, Manfred, Prof. Dipl.-Ing., 74740 Adelsheim,
DE; Schotten, Henno, 88260 Argenbühl, DE

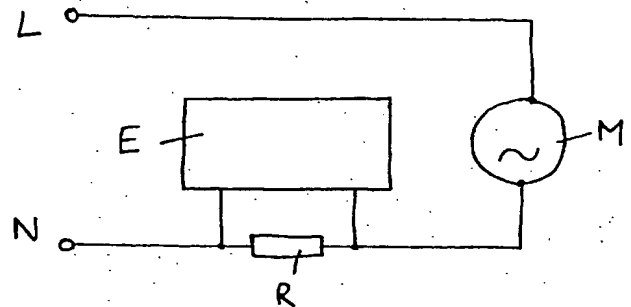
⑦④ Vertreter:
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Asynchronmaschine und Verfahren zum Bestimmen ihrer Drehzahl

⑤⑦ Ein Verfahren dient zum Bestimmen der Drehzahl einer Asynchronmaschine. Um eine sensorlose Messung der Drehzahl der Asynchronmaschine zu ermöglichen, wird eine oder mehrere im Strom der Asynchronmaschine auftretende Unter- oder Oberschwingung(en) ermittelt und daraus die Drehzahl der Asynchronmaschine bestimmt (Fig. 1).



DE 100 56 199 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Drehzahl einer Asynchronmaschine. Die Erfindung betrifft ferner eine Asynchronmaschine. Bei der Asynchronmaschine kann es sich um einen Motor oder um einen Generator handeln. Insbesondere kann es sich um eine Wechselstrom-Asynchronmaschine oder eine Drehstrom-Asynchronmaschine (jeweils Motor oder Generator) handeln.

Bei Asynchronmaschinen, insbesondere bei Asynchronmotoren (und auch bei anderen elektrischen Maschinen bzw. Motoren aller Arten), ist es bekannt, die Drehzahl zu messen. Hierfür werden bestimmte Bauteile verwendet. Beispielsweise kann ein Tachogenerator mechanisch mit der Welle der Asynchronmaschine gekoppelt werden. Das Signal des Tachogenerators wird als Spannung oder mit digitaler Auswertung zur Bestimmung der Drehzahl der Asynchronmaschine bzw. des Motors verwendet. Weiterhin ist es bekannt, in Verbindung mit elektronischen Steuerungen und Regelungen optische Sensoren oder magnetische Sensoren (Hall-Sensoren) zur Bestimmung der Drehzahl einzusetzen. In allen bisher bekannten Fällen ist allerdings ein Sensor zur Bestimmung der Drehzahl erforderlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine sensorlose Messung der Drehzahl einer Asynchronmaschine, insbesondere eines Asynchronmotors, zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß eine oder mehrere im Strom der Asynchronmaschine auftretende Unter- oder Oberschwingungen ermittelt und daraus die Drehzahl (die Ist-Drehzahl) der Asynchronmaschine bestimmt wird. Bei einer erfindungsgemäßen Asynchronmaschine wird die genannte Aufgabe gelöst durch eine Einrichtung zum Ermitteln der im Strom der Asynchronmaschine auftretenden Unterschwingung oder Oberschwingung und eine Einrichtung zum Bestimmen der Drehzahl der Asynchronmaschine aus dieser Unterschwingung oder Oberschwingung.

Gemäß der Erfindung wird der Strom einer Asynchronmaschine bzw. eines Asynchronmotors auf Frequenzinhalte unterhalb oder oberhalb der Frequenz, mit der der Motor betrieben wird, untersucht. Es hat sich überraschend gezeigt, daß im Motorstrom Unterschwingungen unterhalb der Betriebsfrequenz der Maschinenspannung bzw. Motorspannung enthalten sind. Ferner sind auch Oberschwingungen oberhalb dieser Betriebsfrequenz feststellbar. Diese Frequenzen sind unterschiedlich von der Schlupffrequenz. Sie sind abhängig von der Ist-Drehzahl der Maschine bzw. des Motors. Es hat sich gezeigt, daß zwischen der Unterschwingung oder Oberschwingung und der Drehzahl der Asynchronmaschine ein Zusammenhang besteht, derart, daß aus der Unterschwingung oder Oberschwingung die Drehzahl bestimmt werden kann. Bei einer Drehstrommaschine genügt es, die im Strom einer Phase auftretende Unterschwingung oder Oberschwingung zu ermitteln. Es können aber auch zwei oder alle drei Phasen zur Ermittlung der Unterschwingung oder Oberschwingung herangezogen werden. Die Unterschwingung bzw. Oberschwingung ist dabei diejenige Schwingung, die unterhalb bzw. oberhalb der Betriebsfrequenz (Netzfrequenz, Frequenz der Speisespannung) liegt.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Vorteilhaft ist es, eine dem Strom in einer oder mehreren Spannungsversorgungsleitungen proportionale Spannung zu bilden, beispielsweise durch einen Stromwandler oder einen Meßwiderstand, und aus der in dieser Spannung auftretenden Unterschwingung oder Oberschwingung die Drehzahl

der Asynchronmaschine zu bestimmen.

Die Drehzahl der Asynchronmaschine kann aus der Frequenz der Unterschwingung oder Oberschwingung bestimmt werden. Statt dessen oder zusätzlich kann die Drehzahl der Asynchronmaschine auch aus der Amplitude der Unterschwingung oder Oberschwingung bestimmt werden. Es hat sich gezeigt, daß die Amplitude der Unterschwingung oder Oberschwingung im Maschinenstrom bzw. Motorstrom in erster Näherung denselben Verlauf wie die Frequenz hat.

Der Zusammenhang der Drehzahl (Ist-Drehzahl) n mit der Frequenz der Unterschwingung f_u , der Frequenz der Maschinenspannung (Motorspannung) f_0 und der Synchrondrehzahl n_0 läßt sich wie folgt formelmäßig darstellen:

$$n = n_0 - k(f_0 - f_u) \times 60 \text{ [1/min]} \quad (\text{Formel 1})$$

Hierbei sind die Frequenzen f_0 und f_u in der Einheit [1/sec] angegeben, die Drehzahlen n und n_0 in der Einheit [1/min]. Der Faktor k ist der Kehrwert der Polzahl, also

$$k = 1/\text{Polzahl.}$$

Eine Asynchronmaschine bzw. ein Asynchronmotor mit einem Polpaar (zweipoliger Motor) hat zwei Pole. Der Faktor k beträgt hier also $\frac{1}{2}$. Bei Netzfrequenz $f_0 = 50 \text{ Hz}$ ist die Synchrondrehzahl 3000 [1/min]. Die Formel (1) führt dann zu

$$n = 3000 - \frac{1}{2}(50 - f_u) \times 60 \text{ [1/min]} \quad (\text{Formel 2}).$$

Man sieht aus dieser Formel, daß die Unterschwingung bei halber Synchrondrehzahl die Frequenz $f_u = 0$ hat. Der Verlauf der Frequenz der Unterschwingung (f_u) ist in Fig. 3 dargestellt. Es hat sich gezeigt, daß die Amplitude der Unterschwingung im Maschinenstrom bzw. Motorstrom in erster Näherung proportional zu der Kurve aus Fig. 3 verläuft, daß also auch die Amplitude der Unterschwingung mit kleiner werdender Drehzahl abnimmt, um ab halber Synchrondrehzahl wieder zu steigen.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Steuern oder Regeln einer Asynchronmaschine sowie eine derart gesteuerte oder geregelte Asynchronmaschine. Bei einem derartigen Verfahren wird die Drehzahl der Asynchronmaschine durch das erfindungsgemäße Verfahren bestimmt und zum Steuern oder Regeln der Asynchronmaschine verwendet, vorzugsweise zum Steuern oder Regeln der Drehzahl, der Spannung und/oder des Stroms der Asynchronmaschine.

Die Asynchronmaschine kann mit Hilfe von Phasenschnitt gesteuert oder geregelt werden. Als geeignete Bauteile kommen z. B. Thyristoren und/oder Triacs in Betracht oder andere Bauteile, mit denen eine Phasenschnittsteuerung oder -regelung oder eine Spannungs- oder Stromsteuerung oder -regelung durchgeführt werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Asynchronmaschine mit Frequenzumrichter gesteuert oder geregelt wird, wobei die erfindungsgemäß ermittelte Drehzahl zur Steuerung oder Regelung der Drehzahl, der Speisefrequenz und/oder der Spannung verwendet wird. Dementsprechend betrifft die Erfindung auch eine Asynchronmaschine mit Frequenzumrichter.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer ersten Ausführungsform mit einem Einphasenmotor,

Fig. 2 ein Prinzipschaltbild einer Ausführungsform mit einem Drehstrom-Asynchronmotor,

Fig. 3 die Abhängigkeit der Frequenz der Unterschwingung f_u von der Maschinendrehzahl (Ist-Drehzahl) n ,

Fig. 4 ein Prinzipschaltbild mit aktiven Filtern zur Ausfilterung der Unterschwingung.

Fig. 5 ein Prinzipschaltbild mit geschalteten Kapazitäts-Filtern zur Ausfilterung der Unterschwingung,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel mit einem Programm in einem Mikroprozessor zur Ausfilterung der Unterschwingung,

Fig. 7 ein Prinzipschaltbild zur Regelung eines Kondensator-Einphasen-Motors mit Phasenanschnitt und

Fig. 8 ein Prinzipschaltbild für eine Motorregelung mit Frequenzumrichter. Die Fig. 1 zeigt eine Prinzipschaltung für die Stromanalyse bei einem Kondensatormotor (Einphasenmotor). Entsprechend dem Gegenstand der Erfindung dient die Schaltung zur Bestimmung der Ist-Drehzahl des Asynchronmotors aus seinem Strom. Wie in Fig. 1 gezeigt, ist bei einem asynchronen Kondensatormotor (Einphasenmotor) M in eine Zuleitung ein kleiner Meßwiderstand R geschaltet. An ihm entsteht eine dem Strom proportionale Spannung. Statt des Widerstands R könnte auch ein Stromwandler verwendet werden. Die Spannung wird einer elektronischen Schaltung E (Auswerte-Elektronik) zur Analyse zugeführt.

In Fig. 2 ist eine analoge Anordnung für einen Drehstrom-Asynchronmotor M (3-Phasen-Motor) dargestellt. Der Widerstand R befindet sich in einer der drei Spannungsversorgungsleitungen L_1 , L_2 und L_3 , z. B. in der Spannungsversorgungsleitung L_2 .

Die bereits erläuterte Fig. 3 zeigt die Frequenz f_u der im Motorstrom enthaltenen Unterschwingung als Funktion der Drehzahl (Ist-Drehzahl) n . Bei Synchron-Drehzahl n_0 ist keine Unterschwingung vorhanden; die Frequenz f_u der Unterschwingung ist gleich der Netzfrequenz f_0 . Wie oben erläutert folgt die Ist-Drehzahl n der Gesetzmäßigkeit der Formel 2. Mit abnehmender Drehzahl n nimmt auch die Unterschwingungs-Frequenz f_u ab, und zwar linear. Sie erreicht bei halber Synchrondrehzahl den Wert 0 und steigt dann wieder an.

Es hat sich gezeigt, daß auf dem Versorgungsspannungsnetz (in Europa 230 V, 50 Hz) oberhalb der Netzfrequenz eine Vielzahl von Oberwellen unterschiedlichster Amplitude vorhanden sind. Unterhalb der Netzfrequenz sind keine Frequenzen feststellbar. Dieser Bereich ist "sauber". Deshalb läßt sich die Unterschwingung mit einem Tiefpaß herausfiltern. Dabei ist es wünschenswert und in vielen Fällen auch erforderlich, die Grundschwingung der Netzspannung gut zu unterdrücken.

Fig. 4 zeigt eine mögliche Anordnung zum Herausfiltern der drehzahlabhängigen Unterschwingung. Aus der Frequenz f_u der Unterschwingung kann die Ist-Drehzahl n entsprechend den oben genannten Formeln 1 bzw. 2 ermittelt werden. Die Filter der Fig. 4 sind als aktive Tiefpässe mit Operationsverstärkern ausgebildet. Ein dem Strom proportionales Signal wird einem Cauerfilter vierter Ordnung T_1 zugeführt, dessen Ausgang mit dem Eingang eines Operationsverstärkers O verbunden ist. Im gewählten Beispiel wird das Signal dort um 20 dB verstärkt und einem Tiefpaß zweiter Ordnung T_2 zugeführt, dessen Ausgangssignal die Unterschwingung ist. Dementsprechend beinhaltet die Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel der Ausfilterung der Unterschwingung mit aktiven Filtern auf Basis Operationsverstärker.

Fig. 5 zeigt eine andere Möglichkeit, die im Motorstrom enthaltene drehzahlabhängige Unterschwingung herauszufiltern. Dies geschieht beim Ausführungsbeispiel mit geschalteten Kapazitäts-Filtern. Ein dem Strom proportionales

Signal wird einem passiven Tiefpaß T_3 zugeführt, dessen Ausgang mit dem Eingang eines elliptischen Tiefpasses achter Ordnung T_4 verbunden ist. Das Ausgangssignal des Tiefpasses T_4 wird einem weiteren elliptischen Tiefpaß achter Ordnung T_5 zugeführt, dessen Ausgang mit einem Schmitt-Trigger ST verbunden ist und dessen Ausgang die ausgefilterte Unterschwingung abgibt. Die geschalteten Kapazitätsfilter der Fig. 5 sind als integrierte Bausteine erhältlich (englisch: "switched capacitor filter"). Diese Filter haben den Vorteil, daß man ihre Grenzfrequenz temperaturunabhängig durch die Taktfrequenz festlegen kann. Wieder muß besonderer Wert auf die Unterdrückung der Netzfrequenz gelegt werden, die wünschenswert und in vielen Fällen erforderlich ist. Da die Grenzfrequenz bei einer solchen Anordnung mit der Taktfrequenz des geschalteten Kapazitätsfilters einstellbar ist, kann man z. B. die Grenzfrequenz der Filter bei einem mit Frequenzumrichter gespeisten Motor entsprechend der vom Umrichter generierten Spannung nachfahren;

Fig. 6 zeigt eine weitere Möglichkeit zum Ausfiltern der Unterschwingung im Strom, bei der mit einem der immer schneller und mächtiger werdenden Mikrocomputer (μ Computer) gearbeitet wird. Das dem Strom proportionale Signal wird einem Tiefpaß T_6 zugeführt, dessen Ausgang mit dem Eingang eines Analog-Digital-Wandlers (A/D-Wandler) A/D verbunden ist. Die digitalisierten Signale werden einem Mikrocomputer μC zugeführt, wo sie entsprechend dem dort vorhandenen Programm verarbeitet werden. Mit Signal-Prozessoren sind nach einer Analog-Digital-Wandlung Filter verschiedenster Durchlaßkurven durch Software implementierbar. Bei einer derartigen Lösung ist es möglich, die in den Fig. 4 und 5 gezeigten Filter durch mathematische Operationen entsprechend dem Programm des Mikrocomputers zu verwirklichen. Ein weitere möglicher Weg für das Aufspüren der in dem Signal enthaltenen Schwingungen ist die sogenannte "Fast-Fourier-Transformation" (FFT). Mit dieser in einem schnellen Mikrocomputer möglichen Rechenvorschrift erhält man alle in dem Signal enthaltenen Schwingungen und ihre Amplituden. Man kann auf diese Weise also auch die gewünschte Unterschwingung finden. Die Fig. 6 zeigt dementsprechend die Ausfilterung der Unterschwingung mit einem Programm in einem Mikrocomputer, wobei das Programm eines oder mehrere Filter emulieren kann und/oder nach anderen Rechenvorschriften arbeiten kann, beispielsweise nach der Fast-Fourier-Transformation (FFT). Grundsätzlich ist es auch möglich, durch einen Mikrocomputer eine Oberschwingung zu ermitteln und die Drehzahl der Asynchronmaschine bzw. des Asynchronmotors aus dieser Oberschwingung zu bestimmen.

Die einfachste Anwendung der Erfindung besteht darin, die ermittelte Drehzahl (tatsächliche Drehzahl, Ist-Drehzahl) der Asynchronmaschine bzw. des Asynchronmotors anzuzeigen, beispielsweise durch eine digitale Anzeige. Die Erfindung läßt sich allerdings auch zum Steuern und Regeln der Asynchronmaschine bzw. des Asynchronmotors verwenden. Insbesondere kann die Drehzahl einer Asynchronmaschine bzw. eines Asynchronmotors geregelt werden. Dies kann ohne oder mit Phasenanschnitt durchgeführt werden.

Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer möglichen Schaltungsanordnung für einen Wechselstrom-Motor. Gezeigt ist die Regelung eines Kondensator-Einphasen-Motors mit Phasenanschnitt bei Ermittlung der Ist-Drehzahl aus der Unterschwingung im Strom. Der Eingang des Motors M ist mit der Phase L verbunden. Der Ausgang des Motors M ist über einen Triac T und einen damit in Reihe geschalteten Widerstand R mit dem Nulleiter N verbunden. Ferner ist der Ausgang des Motors M mit einer Schaltung S_1 zur Ermitt-

lung der Nulldurchgänge verbunden, die bei jedem Nulldurchgang ein entsprechendes Signal an den Mikrocomputer μC abgibt. Zwischen Triac T und Widerstand R befindet sich ein Abgriff für einen Tiefpaß T₇, dessen Ausgangssignal einer Rechteckschaltung S₂ zugeführt wird. Das Ausgangssignal der Rechteckschaltung S₂ wird dem Mikrocomputer μC zugeführt.

Nach Verarbeitung der Signale aus den Schaltungen S₁ und S₂ entsprechend einem in dem Mikrocomputer μC vorhandenen Programm wird ein Signal erzeugt, durch das der Triac T gezündet wird.

Die in Fig. 7 gezeigte Schaltung ist ohne Eingriffe in die Mechanik für ein bestehendes Antriebssystem nachrüstbar. Sie greift nur in die Zuleitungen ein. Der Phasenanschnitt über den Triac T stört die Schaltung nicht, weil er nur Oberwellen (Frequenzspektren) oberhalb der Frequenz der Speisespannung erzeugt. Die Drehzahlinformation ist aber auch, wie beschrieben, in einer Frequenz unterhalb der Frequenz der Speisespannung enthalten.

Das Prinzip kann auch, wie in Fig. 8 gezeigt, in Verbindung mit einem Frequenzumrichter genutzt werden. Dort ist eine Motorregelung mit Frequenzumrichter dargestellt. Die Ist-Drehzahl wird aus der Messung der Unterschwingung im Motorstrom bestimmt. Hierzu befindet sich in einer Phase des Drehstrommotors M ein Stromwandler STW, der ein stromproportionales Signal erzeugt, welches dem Mikrocomputer μC zugeführt wird und das in dem Mikrocomputer μC für die Fast-Fourier-Transformation FFT verwendet wird. Die Ausgangssignale des Mikrocomputers μC werden dem Treiber T und von dort der Endstufe E zugeführt. Die Endstufe E ist mit dem Drehstrommotor M verbunden. Bei der Ausführungsform nach Fig. 8 kann über die Messung des Stroms ein Drehstrommotor mit optimalem Wirkungsgrad betrieben werden. Dazu müssen Motorparameter im Speicher des Mikrocomputers, beispielsweise in einem ROM-Speicher (Read-Only-Memory), abgelegt sein.

Die Erfindung kann durch eine elektronische Schaltung in Verbindung mit einer Asynchronmaschine, insbesondere einem Asynchronmotor, verwirklicht werden, wobei eine dem Strom in einer oder mehreren Spannungsversorgungsleitungen proportionale Spannung gebildet wird, beispielsweise durch einen Stromwandlertrafo oder einen Meßwiderstand, und die in dieser Spannung enthaltene Unter- oder Oberschwingung zur Bestimmung der Ist-Drehzahl verwendet wird. Die im Strom enthaltene Unterschwingung kann mit Tiefpaßfiltern herausgefiltert werden, die als aktive Filter mit Operationsverstärkern aufgebaut sein können. Die im Strom enthaltene Unterschwingung kann allerdings auch mit geschalteten Kapazitätsfiltern herausgefiltert werden. Es ist möglich, die stromproportionale Spannung in ein digitales Signal zu wandeln und in einen Mikrocomputer einzugeben. Der Mikrocomputer kann die Unterschwingung durch eine Rechenvorschrift (einen Algorithmus) ausfiltern. Die Rechenvorschrift kann mathematisch ein analoges Filter nachbilden oder eine Spektralanalyse (Fast-Fourier-Transformation FFT) sein.

Gemäß der Erfindung kann die ermittelte Drehzahl (Ist-Drehzahl) zur Regelung der Asynchronmaschine verwendet werden, insbesondere zur Regelung der Drehzahl der Asynchronmaschine. Zur Durchführung der Regelung können die ermittelten Ist-Drehzahlen mit vorgegebenen Soll-Drehzahlen verglichen werden und die Differenzsignale zur Regelung der Drehzahl bei einer Asynchronmaschine verwendet werden, beispielsweise bei einem asynchronen Einphasenmotor oder bei einer Asynchronmaschine mit mehreren Phasen. Die Differenzsignale können zur Regelung der Drehzahl mit Hilfe von Phasenanschnitt verwendet werden. Ferner ist es möglich, die ermittelten Ist-Drehzahlen mit vorge-

gebenen Soll-Drehzahlen zu vergleichen und die Differenzsignale zur Regelung der Drehzahl, der Speisefrequenz und/oder der Spannung bei Asynchronmaschinen mit Frequenzumrichter zu verwenden, insbesondere bei asynchronen Drehstrommaschinen bzw. Drehstrommotoren mit Frequenzumrichter.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Drehzahl einer Asynchronmaschine, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine oder mehrere im Strom der Asynchronmaschine auftretende Unter- oder Oberschwingungen ermittelt und daraus die Drehzahl (n) der Asynchronmaschine bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine dem Strom in einer oder mehreren Spannungsversorgungsleitungen proportionale Spannung gebildet wird und aus den darin auftretenden Unterschwingungen oder Oberschwingungen die Drehzahl der Asynchronmaschine bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Asynchronmaschine aus der Frequenz und/oder der Amplitude der Unterschwingung oder Oberschwingung bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Asynchronmaschine nach der Formel

$$n = n_0 - k (f_0 - f_u) \times 60 [1/\text{min}]$$

bestimmt wird, wobei

n_0 = Synchrone Drehzahl der Asynchronmaschine

k = 1/Polzahl der Asynchronmaschine

f_0 = Frequenz der Statorspannung der Asynchronmaschine

f_u = Frequenz einer Unterschwingung

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterschwingung durch einen Tiefpaßfilter herausgefiltert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom der Asynchronmaschine oder die dem Strom der Asynchronmaschine proportionale Spannung in ein digitales Signal gewandelt wird und daß daraus die im Strom der Asynchronmaschine auftretende Unterschwingung oder Oberschwingung ermittelt wird, vorzugsweise durch einen Mikrocomputer.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterschwingung oder Oberschwingung durch eine Rechenvorschrift ermittelt wird.
8. Verfahren zum Steuern oder Regeln einer Asynchronmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Asynchronmaschine durch ein Verfahren nach einem Ansprüche 1 bis 7 bestimmt wird und zum Steuern oder Regeln der Asynchronmaschine verwendet wird, vorzugsweise zum Steuern oder Regeln der Drehzahl, der Spannung und/oder des Stroms der Asynchronmaschine.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Asynchronmaschine mit Hilfe von Phasenanschnitt gesteuert oder geregelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Asynchronmaschine mit Frequenzumrichter gesteuert oder geregelt wird, wobei die ermittelte Drehzahl zur Steuerung oder Regelung der Drehzahl, der Speisefrequenz und/oder der Spannung verwendet wird.

11. Asynchronmaschine, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Ermitteln der im Strom der Asynchronmaschine auftretenden Unterschwingung oder Oberschwingung und eine Einrichtung zum Bestimmen der Drehzahl (n) der Asynchronmaschine aus dieser Unterschwingung oder Oberschwingung. 5

12. Asynchronmaschine nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Bilden einer dem Strom der Asynchronmaschine proportionalen Spannung, vorzugsweise einen Stromwandler-Transformator oder einen Meßwiderstand, und einer Einrichtung zum Bestimmen der Drehzahl der Asynchronmaschine aus dieser Spannung. 10

13. Asynchronmaschine nach Anspruch 11 oder 12, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Bestimmen der Drehzahl der Asynchronmaschine aus der Frequenz und/oder der Amplitude der Unterschwingung oder Oberschwingung. 15

14. Asynchronmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 13, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Bestimmen der Drehzahl der Asynchronmaschine nach der Formel 20

$$n = n_0 - k (f_0 - f_u) \times 60 \text{ [1/min]}. 25$$

15. Asynchronmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 14, gekennzeichnet durch einen Tiefpaßfilter zum Ausfiltern der Unterschwingung.

16. Asynchronmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 15, gekennzeichnet durch einen Analog-Digital-Wandler zum Wandeln des Stroms der Asynchronmaschine oder einer dem Strom der Asynchronmaschine proportionalen Spannung in ein digitales Signal und einen Mikrocomputer zum Ermitteln der Unterschwingung oder Oberschwingung. 30 35

17. Asynchronmaschine nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Mikrocomputer ein eine Rechenvorschrift enthaltendes Programm vorhanden ist.

18. Asynchronmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 17, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Steuern oder Regeln der Asynchronmaschine, vorzugsweise zum Steuern oder Regeln der Drehzahl, der Spannung und/des Stroms der Asynchronmaschine. 40

19. Asynchronmaschine nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch einen Thyristor und/einen Triac bzw. ein sonstiges Bauteil zum Phasenanschnitt. 45

20. Asynchronmaschine nach Anspruch 18 oder 19, gekennzeichnet durch einen Frequenzumrichter. 50

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

Fig. 1

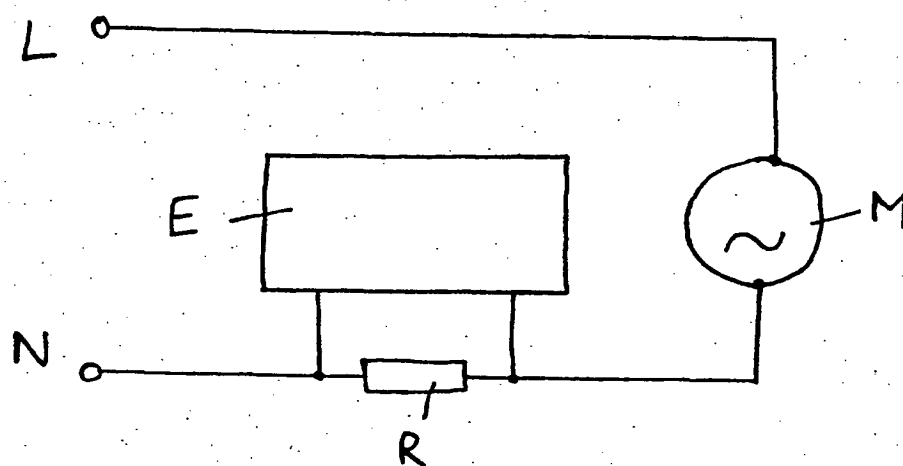


Fig. 2

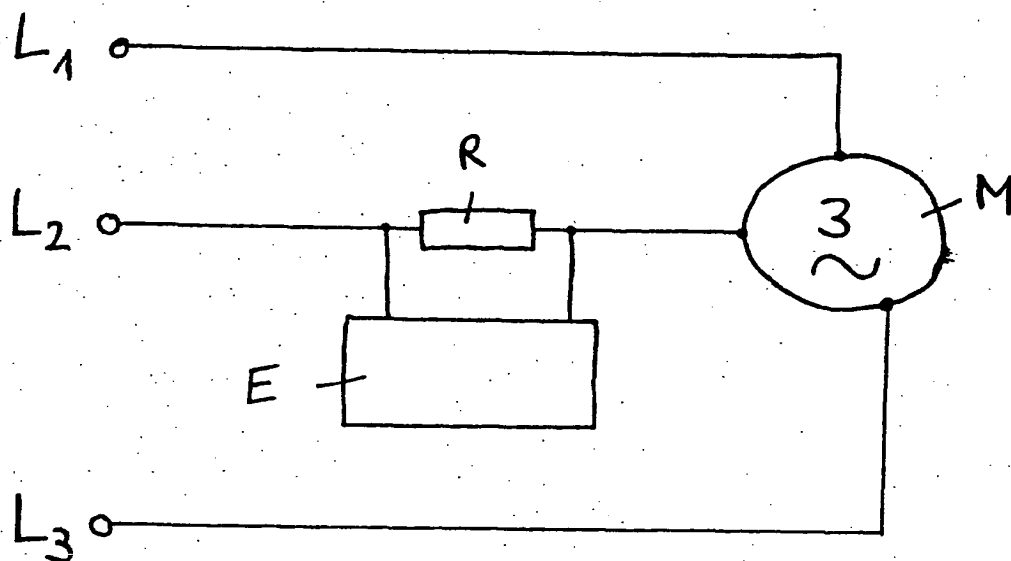


Fig. 3

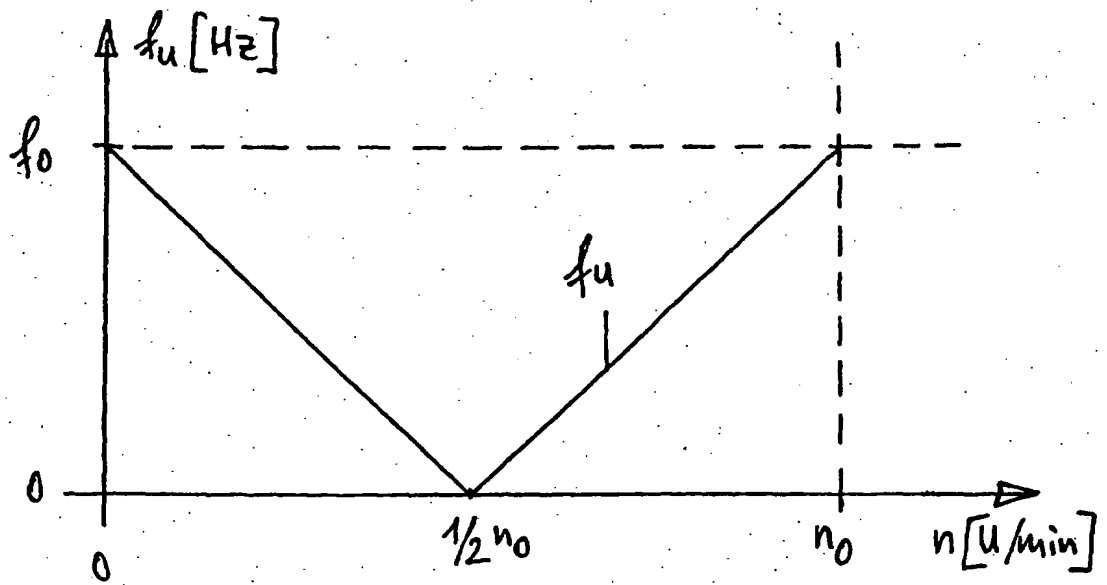


Fig. 4

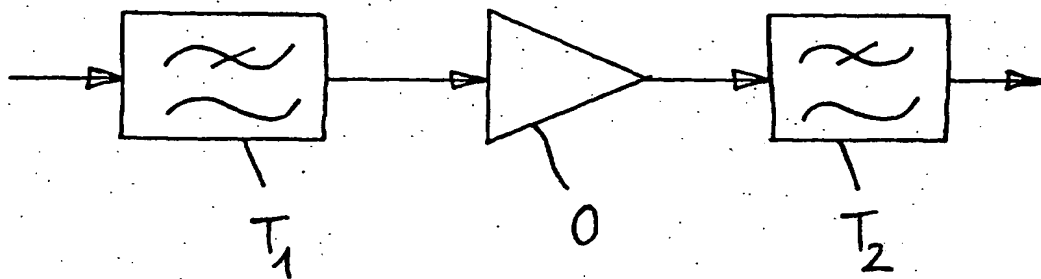


Fig. 5

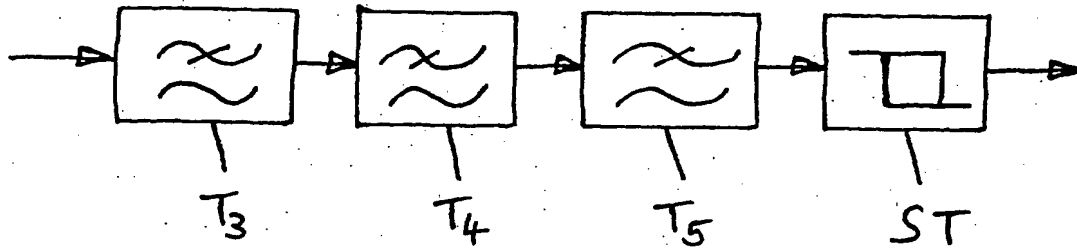


Fig. 6

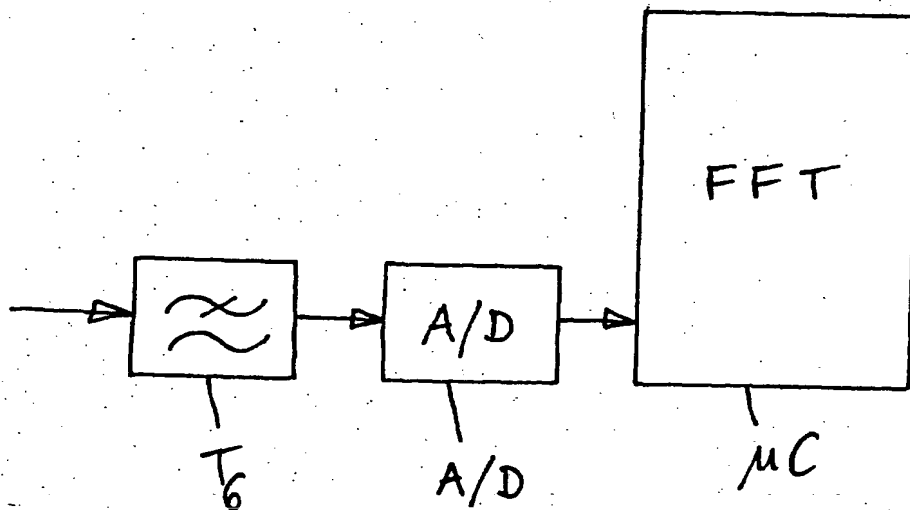


Fig. 7

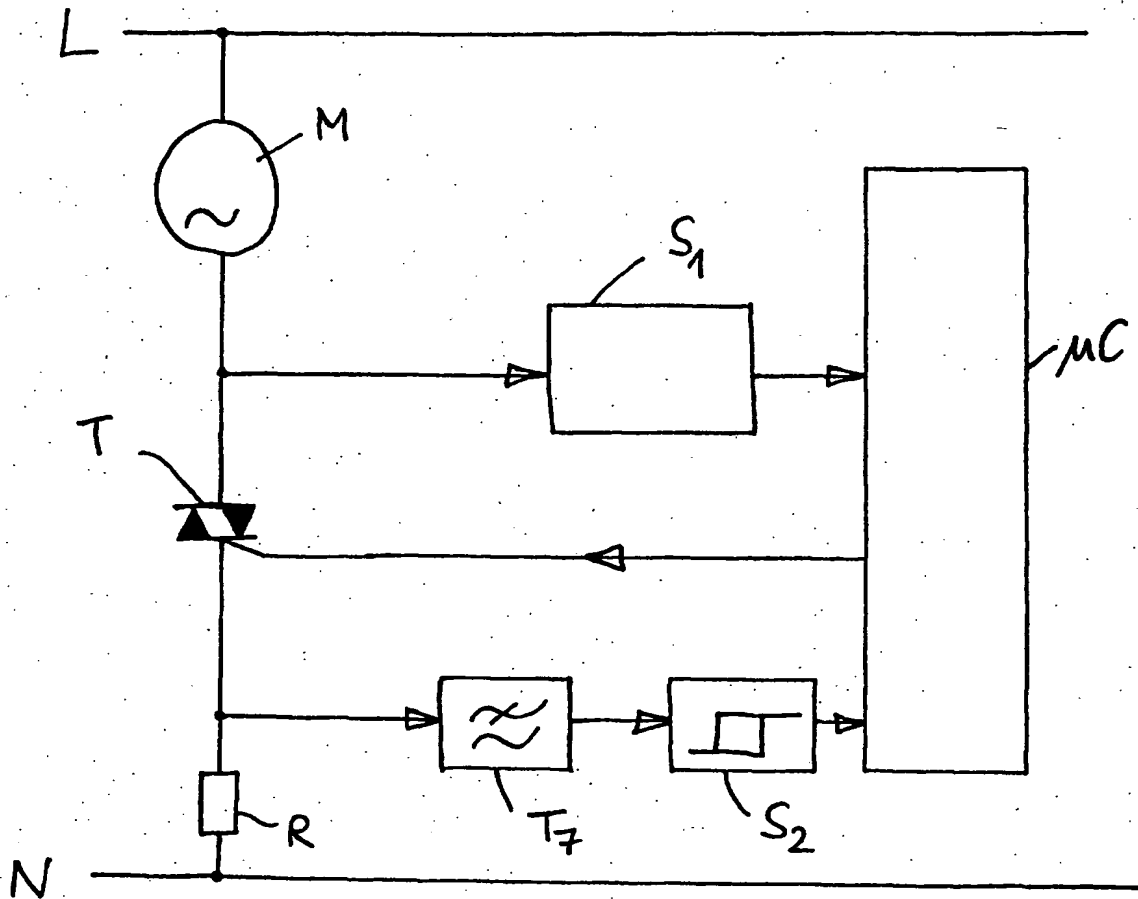
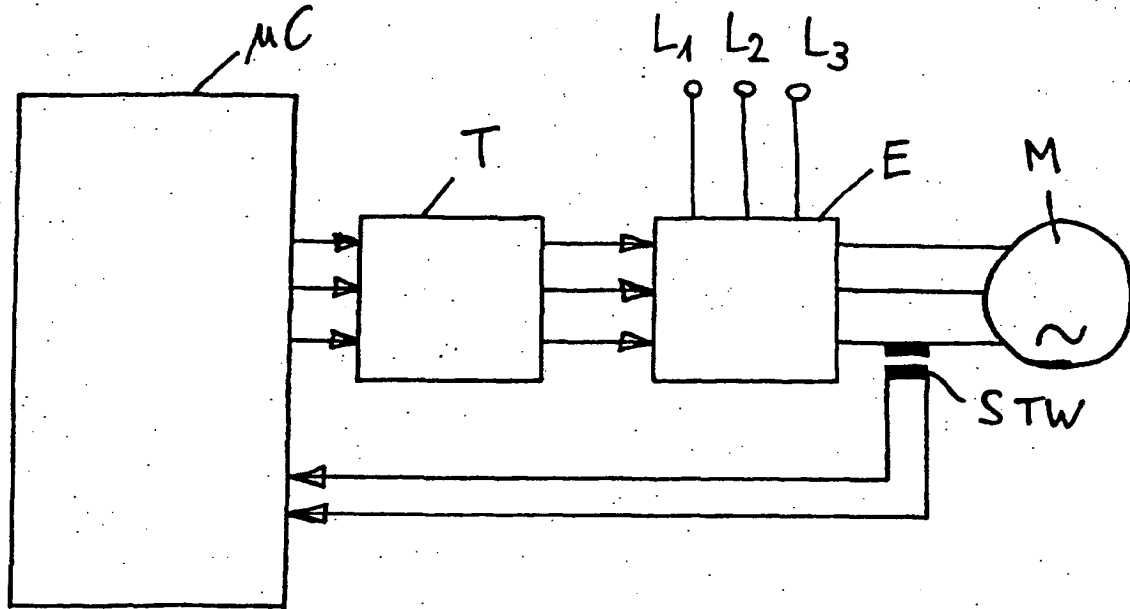


Fig-8



NR.	Dokument	Bemerkungen
	<input type="checkbox"/> aus Recherchenbericht	
	<input type="checkbox"/> in der Beschreibungseinleitung genannt	
	<input checked="" type="checkbox"/> weiterer Stand der Technik	
1	DE 196 10 573 C1 - <i>findet</i>	
2	DE 196 17 867 A1 - <i>findet</i>	
3	DE 36 06 640 A1 - <i>findet</i>	
4	DE 100 56 199 A1	
	<input type="checkbox"/> im engen Zusammenhang stehende US-Anmeldungen	
Unterschrift des Patentingenieurs Ammon		Datum 05.11.2003

66

3

10

1

